Zur Kenntniss des Faserverlaufes im menschlichen Rückenmarke.

Von Dr. Alexander **Lustig,**

d. z. Assistenten am physiologischen Institute in Innsbruck.

(Ausgeführt unter der Leitung von Prof. Sigm. Exner in Wien.)

(Mit 1 Tafel.)

Über den Verlauf der Fasern im Rückenmarke wurden schon sehr viele und mannigfaltige Untersuchungen angestellt.

Dieselben sind entweder rein histologische, oder sie basiren auf physiologischen Experimenten, oder auch auf pathologischen Befunden.

Die meisten der histologischen Untersuchungen wurden am Rückenmarke verschiedener Thiere durchgeführt; das des Menschen wurde aus leicht verständlichen Gründen am allerwenigsten durchforscht.

Diese Lücke auszufüllen ist die nachstehende Untersuchung bestrebt.

Methode der Untersuchung.

Es wurde nur das menschliche Rückenmark mit besonderer Berücksichtigung von Quer- und Längsschnitten der Hals- und Lendenanschwellung studirt (doch wurde auch der Brusttheil des Rückenmarkes berücksichtigt), und zwar mit einer zu solchen Studien wohlgeeigneten, von Sigmund Exner[1] angegebenen Methode.

---

[1] Sigmund Exner. Zur Kenntniss vom feineren Baue der Grosshirnrinde. Sitzb. d. k. Akademie der Wissenshaften. Bd. LXXXIII. III. Abthl.

Möglichst frische ein bis zwei Centimeter grosse Abschnitte des Rückenmarkes wurden in einprocentige Osmiumsäurelösung eingelegt.

Im Sommer liess ich vorher die einzelnen grösseren Abschnitte des Rückenmarkes frieren.

Nach Exner's Angabe trachtete ich, dass das Volumen der Osmiumsäure das des Präparates um wenigstens das Zehnfache übertreffe. Schon nach einem Tage, bei kleineren Präparaten nach zwei, wurde die Osmiumsäure durch frische ersetzt.

Die ein bis zwei Centimeter grossen Rückenmarksabschnitte waren gewöhnlich am dritten oder vierten Tage durchgefärbt.

Färbungsversuche, die mit Rückenmarksabschnitten von mehr als zwei Centimeter Grösse angestellt wurden, sind erfolglos geblieben; denn solche Präparate zeigten auch, nachdem sie durch mehrere Tage in Osmiumsäure lagen, noch einen ungefärbten weichen Kern.

Präparate, die länger als 10 bis 14 Tage in Osmiumsäure verblieben, waren wegen ihrer Brüchigkeit zu meinem Zwecke unbrauchbar.

Die weitere Behandlung der Präparate ging genau nach der genannten Methode vor sich.

Es wäre daher hinreichend, an dieser Stelle nur kurz das angegebene Verfahren anzudeuten, doch — der Klarheit wegen — werde ich die ganze weitere Procedur mit den Exner'schen Worten schildern:

„Nun wurde ein solches Stück oberflächlich im Wasser abgespült, und auf einige Secunden in Alkohol gelegt, letzteres nur zu dem Zwecke, um es besser in Ölwachs-Masse einbetten zu können. Dies geschah in einem Mikrotom. Dann wurde mit in Alkohol befeuchtetem Messer geschnitten. Die Schnitte, die wegen der intensiven Schwärzung des Präparates sehr dünn sein müssen, werden in Glycerin gelegt — längerer Aufenthalt in Alkohol schadet ihnen — und dann auf einen Objectträger gebracht, auf dem sich ein Tropfen starken Ammoniakwassers befindet. Das Glycerin, das am Schnitte haftet, genügt ihn durchsichtig zu erhalten.

Es ist gut einige Minuten mit dem Aufsetzen des Deckgläschens zu warten, bis das Ammoniak genügend eingewirkt hat.

Ich benütze diese Zeit dazu, mit Filtrirpapier etwas Flüssigkeit abzusaugen, da wenigstens ein grosser Schnitt immer zu viel Glycerin auf den Objectträger mitbringt, und ein Paar Deckglasstützen aus Blumenpapier aufzusetzen. Das Deckglas wird rasch aufgesetzt, da im entgegengesetzten Falle der durch das Ammoniak schleimig gewordene Schnitt sich faltet oder verzerrt. Es ist gut, das Präparat gleich anzusehen, da es in diesem Momente am besten ist, und von da ab täglich an Schönheit abnimmt. Um es längere Zeit zu bewahren, umrande ich das Deckgläschen mit Wasserglas."

Das Wesentliche an dieser Methode ist, wie Exner hervorhebt, die Verwendung des Ammoniaks, in dem sich das Neurokeratin (Kühne und Ewald) durch die Ammoniakwirkung in eine fast homogen aussehende Masse verwandelt.

Dadurch treten die markhaltigen Nervenfasern deutlicher hervor. Die Ganglienzellen der grauen Substanz des Rückenmarkes erscheinen, im Gegensatze zu den Präparaten der Grosshirnrinde, meistens als gelblich-grau gefärbte Gebilde, und es sind nicht nur die dicken, sondern manchmal auch die feinen Fortsätze deutlich sichtbar.

Gleichzeitig habe ich entsprechende Abschnitte des Rückenmarks wohl auch mit einer anderen Methode behandelt (Goldfärbung), und sah, dass bei dieser Methode die markhaltigen Nervenfasern in der grauen Axe des Rückenmarks in geringerer Anzahl erscheinen, als sie in Wirklichkeit vorhanden sind.

Durch die Wirkung des Ammoniaks auf das die Fasern umgebende Gewebe treten dieselben isolirt und deutlicher hervor, was für das Studium des Faserverlaufes von grossem Vortheile ist.

Ein Übel dieser Methode ist, wie ich schon erwähnte, dass diejenigen Präparate, die längere Zeit in Osmiumsäure lagen, nachher wegen zu grosser Brüchigkeit unbrauchbar sind. Ich habe es desswegen wiederholt versucht, durch Einlegen derselben in dazu bestimmte Mischungen (Gummi mit Glycerin, Transparentseife u. a.) dieses Übel zu beseitigen, doch erfolglos. Es kann gleich hier erwähnt werden, dass ich mich beim Studium des Faserverlaufes nicht zufrieden stellte, die einzelnen Nervenfaserbündel ins Auge zu fassen, sondern dass ich mir die Mühe nahm, wo es möglich war, einzelne Fasern in ihrer Continuität zu

verfolgen. Es ist selbstverständlich, und wohl zu betonen, dass ich mir bei diesen Studien nur jene Fragen vorlegen konnte, welche auf Grund dieser Methode beantwortet werden können, dass ich also vor Allem die Fragen nach dem Zusammenhang von Nervenzellen mit Nervenfasern nicht behandelt habe.

Wie ich schon früher angedeutet habe, wurde in den letzten fünfundzwanzig Jahren von Vielen auf verschiedene Weise der Faserverlauf im Rückenmarke studirt, doch herrschen noch heutzutage über die meisten der Hauptfragen getheilte Ansichten, so dass jedes Resultat der Untersuchungen des menschlichen Rückenmarks einigen Werth hat.

Allgemeine Bemerkungen über den Bau der grauen Substanz des menschlichen Rückenmarkes.

Als geeignetes Object, um einen guten Überblick der Structur der grauen Substanz des Rückenmarkes zu gewinnen, erscheint mir die Hals- und Lendenanschwellung.

Erstere wegen der starken Entwickelung der Vorderhörner, letztere wegen der starken Bildung der Hinterhörner.

Es ist bekannt, dass man in der grauen Substanz des Rückenmarkes zwei verschiedene Substanzen, die *Substantia spongiosa* und die *Substantia gelatinosa* findet.

Die *Subst. spongiosa* bildet sowohl die Vorderhörner als den vorderen Theil der Hinterhörner, wie auch die Seitenhörner. Diese Substanz ist nach den Angaben der Autoren, aus multipolaren Nervenzellen, aus Nervenfasern und der sogenannten Stützsubstanz zusammengesetzt.

Wenn man die durch die Exner'sche Methode angefertigten Präparate der *Substantia spongiosa* näher betrachtet, wird man in Erstaunen gesetzt durch die Zahl der markhaltigen Nervenfasern derselben, und es liegt der Gedanke nahe, dass die Menge der markhaltigen Nervenfasern in dieser Substanz gewiss unterschätzt wurde, indem viele der feinsten Nervenfasern, die durch die Osmiumsäure mit ihren schönen Varicositäten zu Tage treten und zwischen den dicken Fasern verlaufen, zu einer anderen histologischen und physiologischen Substanz zugerechnet wurden. Ja, wo Andere eine granulirte Grundsubstanz annehmen, sieht

man an meinen Präparaten ein deutliches Gewirre markhaltiger Nervenfasern der verschiedensten Dicke.

Zu den einzelnen Theilen, die aus der *Spongiosa* zusammengesetzt sind, übergehend, möchte ich ganz kurz die Vorderhörner besprechen, die, wie bekannt, die grossen motorischen, zu Gruppen vereinigten multipolaren Nervenzellen tragen. Die Fortsätze derselben sind an meinen Osmiumpräparaten grau-gelblich gefärbt, und strahlen nach verschiedenen Richtungen aus, so dass dieselben leicht zu unterscheiden sind von den markhaltigen Nervenfasern, die von verschiedenen Seiten herkommen, wie später ausgeführt werden soll, dann sich zwischen den Nervenzellen ausbreiten, und ein complicirtes, die Nervenzellen umspinnendes Geflecht bilden.

In den verwickeltsten Theilen des Geflechtes ist es sehr schwer, ich möchte sagen unmöglich, eine einzelne Faser in ihrer Continuität zu verfolgen; die Quellen der Täuschung fliessen zu reichlich.

Desshalb will ich jene Fälle in dieser Arbeit nicht berücksichtigen, in denen ich glaubte eine einzelne Faser durch das feinfaserige Geflecht zwischen den Nervenzellen verfolgt zu haben; denn man kann von der Richtigkeit der Beobachtung nur dann überzeugt sein, wenn die Fasern isolirt daliegen, so dass man allen Fehlern auszuweichen im Stande ist.

Das Seitenhorn ist in Rücksicht seines Baues nicht nennenswerth verschieden vom Vorderhorn.

Von der *Substantia gelatinosa* unterscheiden wir den um den Centralcanal gelegenen Theil und die *Substantia gelatinosa Rolandi*. Letztere befindet sich, wie bekannt, an der Spitze der Hinterhörner, durch welche die hinteren Nervenwurzeln ihren Weg nehmen. Diese Substanz trägt Nervenzellen (die kleiner sind als die der übrigen Theile des Rückenmarks) und markhaltige Nervenfasern von verschiedener Dicke, die, wie wir später sehen werden, von verschiedenen Seiten herkommen.

Die Autoren nehmen an, dass die Grundlage der *Substantia gelatinosa Rolandi* eine granulirte, fein netzartige Substanz sei.

Auch in der grauen Substanz der Hinterhörner und besonders in der in Rede stehenden *Substantia gelatinosa* scheint mir, dass die Zahl der markhaltigen Nervenfasern unterschätzt wurde.

Desshalb ziehe ich vor, aus dem grossen Werke Stilling's folgende Übersicht anzuführen: Die Fasercontinuität der Commissura anterior sahen 1. mit den vorderen Wurzeln: Kölliker[1] Clarke,[2] Schilling,[3] Stilling;[4] 2. mit dem grauen Vorderhorne: Kölliker (l.c.) Clarke (l.c.), Schilling (l.e.), Bidder,[5] Wagner,[6] Owsjannikow,[7] Remak,[8] Metzler,[9] Kupffer,[10] Stilling (l. c.); 3. mit der Basis des grauen Vorderhorns: Kölliker (l.e.), Clarke (l.c.), Schilling (l.c.), Stilling (l.c.); 4. mit dem grauen Hinterhorn: Clarke (l.e.), Schröder van der Kolk[11], Remak (l. c.), Stilling (l. c.); 5. mit den hinteren Nervenwurzeln: Clarke (l. c.), Lenhossek[12], Remak (l. c.) Stilling (l. c.); 6. mit den weissen Vordersträngen: Clarke (l. c.), Remak (l. c.), Stilling (l. c.).

Nach Gerlach[13] stammen die horizontal verlaufenden Fasern der vorderen weissen Commissur, welche zu dem Vorderstrange der entgegengesetzten Seite treten, um dort weiter nach dem Gehirne aufzusteigen, aus der grauen Substanz des Vorderhorns in der Art, dass die aus dem rechten Vorderhorn kommenden Fasern in den linken Vorderstrang und jene aus dem linken

---

1 Kölliker. Gewebelehre. Leizig 1867.

2 Clarke Lockhart. Philosoph. Transactions 1851. 1853. 1859 (citirt nach Stilling).

3 Schilling. De medulla spinalis. Dissertatio. Dorpat. 1852.

4 Stilling. l. c.

5 Bidder und Kupffer. Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1857.

6 Wagner. Neurologische Untersuchungen. Göttingen 1854.

7 Owsjannikow. De medullae spinalis textura. Dissertatio. Dorpat 1854.

8 Remak. Müller's Archiv. 1844.

9 Metzler. De medullae spinalis avium textura. Dissertatio. Dorpat. 1855.

10 Kupffer. De medullae spinalis in ranis structura. Dissertatio. Dorpat. 1854.

11 Schröder van der Kolk. Bau und Functionen der *Medulla spinalis* und *oblongata*. Holländisch. Amsterdam 1854. Deutsch. Braunschweig 1859.

12 V. Lenhossek. Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems. Denkschriften der Wiener Akademie. 1854.

13 J. Gerlach. Handbuch der Lehre von den Geweben, herausgegeben von Stricker. Leipzig. 1872.

Vorderhorn kommenden in den rechten Vorderstrang aufwärts steigen.

Die hintere schmälere, sogenannte graue Commissur, welche, wie bekannt, nach vorne mit der *Substantia gelatinosa centralis* in Berührung kommt, und hinten von dem medialen, bindegewebigen Septum begrenzt ist, besteht auch (neben den marklosen, die nach Angabe der meisten Autoren da sein sollen) aus zahlreichen markhaltigen Nervenfasern von verschiedener Dicke.

Diese Fasern laufen in einer horizontalen Ebene mehr oder wenig geradlinig oder bogenförmig, von der einen Seite des Rückenmarks zu der anderen hinüber.

Zum Studium der hinteren grauen Commissur wurden hauptsächlich Querschnitte des Conus medullaris untersucht, wo die Commissur am entwickeltsten ist.

Es geht aus den Beobachtungen hervor, dass in der hinteren Commissur eine Kreuzung der Fasern, welche die Mittelebene passiren, stattfindet.

Wenn man den Weg, welchen diese Fasern einschlagen, verfolgt, so sieht man, dass diejenigen Fasern, die mehr nach vorne liegen, also näher an der *Substantia gelatinosa centralis*, geradlinig verlaufend in den seitlichen Antheil der grauen Substanz eintreten und bis an die innere Grenze der Seitenstränge gelangen ($v_1 b_1$).

Ihr weiteres Schicksal zu verfolgen, ist mir nicht möglich gewesen. Die mittleren Fasern der grauen Commissur erreichen in bogenförmigem Verlaufe die grauen Hinterhörner, biegen dort angelangt um und werden so längsverlaufende Fasern des Hinterhorns, wie man an den entsprechenden Längsschnitten sehen kann (*m. b.*). Endlich geht ein Theil der hintersten schwach bogenförmig verlaufenden Fasern der hinteren grauen Commissur beiderseits nach rückwärts, verläuft parallel mit der medianen Grenze des Hinterhorns, und tritt direct in den Hinterstrang der entsprechenden Seite ein (α''); ein anderer Theil dieser hintersten Commissurfasern verliert sich, nachdem er einen ähnlichen Weg zurückgelegt hat, in den bindegewebigen Septis der Hinterstränge ($\beta_{''}$). Offenbar werden auch diese Fasern als Längsbahnen des Hinterstranges weiter verlaufen.

Was die Structur der *Substantia gelatinosa Rolandi* selbst betrifft, glaube ich, dass sie noch manches Räthsel birgt; das schliesse ich aus Präparaten der Hinterhörner, die durch längere Zeit, zu anderem Zwecke, in Ammoniakwasser lagen und an denen ich in der *Substantia gelatinosa* eigenthümliche Gebilde sah. Grosse Zellen mit vielen büschelartig aufsitzenden, langen, stark lichtbrechenden Fortsätzen, deren Natur, da ich die Sache nicht weiter verfolgte, mir im Unklaren blieb.

An dieser Stelle möchte ich noch erwähnen, dass, trotzdem ich mir durch längere Zeit die Mühe nahm; sowohl an Schnittpräparaten als an Macerationspräparaten (in Ammoniak) nach Theilungen markhaltiger Nervenfasern des Rückenmarkes zu suchen, ich doch niemals eine solche gesehen habe.

Die Commissuren. Die vorderen und hinteren Wurzeln der Spinalnerven.

Um die Commissuren zu studiren, untersuchte ich Quer- und Längsschnitte der Hals- und Lendenanschwellung.

Wie schon allgemein bekannt ist, gehen vor und hinter dem Centralcanal des Rückenmarkes Nervenfasern von der einen Hälfte des Rückenmarkes zur anderen hinüber, und so kommt die starke vordere Commissur und die schmälere hintere Commissur zu Stande. Es ist noch weiter bekannt, dass die vordere Commissur (abgesehen von den Gefässen und dem Neurogliagewebe) aus zahlreichen markhaltigen Nervenfasern verschiedener Dicke besteht, welche zu Bündeln vereinigt verlaufen. Es wäre angezeigt, diese Fasern — der Klarheit wegen — in vordere und hintere Faserbündel zu trennen, besonders wenn man berücksichtigt, dass diese beiden Abschnitte verschiedene Wege einschlagen.

Die am Querschnitte des Rückenmarkes transversal verlaufenden vorderen Faserbündel der vorderen Commissur kreuzen sich unter verschiedenen Winkeln in den verschiedenen Rückenmarks-Abschnitten.

Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass ein Theil dieser vorderen Faserbündel der vorderen Commissur, nämlich diejenigen, welche der Fissura longitudinalis anterior zunächst, liegen, in den medialen Theil beider Vorderstränge eingehen

dort umbiegen, um, wie man sich am Längsschnitte überzeugen kann, Längsfasern der Vorderstränge zu werden. Die früher erwähnte Kreuzung entsteht also durch jene Fasern, die von dem Vorderstrang einer Seitenhälfte, durch die Commissur, in den Vorderstrang der anderen Seitenhälfte eintreten (α der Abbildung). Die hinteren Fasern des vorderen Bündels breiten sich, indem sie beiderseits parallel zu der inneren Grenze der medialen Theile des Vorderstranges in dem grauen Vorderhorn verlaufen, nicht weit von dem lateralen Gebiete des entsprechenden Vorderstranges angelangt, in der grauen Substanz des Vorderhornes selbst beinahe fächerförmig aus. Ein Theil derselben entzieht sich, indem er in das Fasergeflecht zwischen den Ganglienzellen des entsprechenden Vorderhornes eintritt, der weiteren Beobachtung (β). Die übrigen Fasern treten in die entsprechenden Septa der Vorderstränge ein. Ihr weiteres Schicksal ist mir nicht bekannt (β_1). Ich habe nie einen deutlichen Zusammenhang der vorderen Commissurfasern mit den vorderen Wurzelfasern beobachtet, wohl aber schien es bisweilen so, als ob ein derartiger Zusammenhang bestünde.

Das hintere Faserbündel der vorderen Commissur läuft beiderseits quer und direct bis zur Grenze des entsprechenden Seitenstrangs, ohne in denselben einzutreten. Es verliert sich vielmehr in dem Fasergewirre der grauen Masse (*h. b*).

Nach Stilling[1] ist die vordere Commissur ein Vereinigungspunkt von Nervenfasern, welche aus den hinteren Strängen einer Seitenhälfte des Rückenmarks in die vorderen Stränge der anderen übergehen und umgekehrt. Nach diesem Autor sind fast alle in der vorderen Commissur enthaltenen breiten Fasern eine unmittelbare Fortsetzung der hinteren Nervenwurzeln; nur ein sehr geringer Theil der Commissur wird von Fasern gebildet, die aus den weissen Vordersträngen stammen. Diese Untersuchungen Stilling's wurden meistens am Kalbsrückenmarke, nur theilweise an der menschlichen Lendenanschwellung ausgeführt.

Es würde mich wohl zu weit führen, alle verschiedenen Meinungen über die Fasern der Commissura anterior hier auseinander zu setzen.

---

[1] B. Stilling, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes. Kassel. 1857—1859. Commiss. anterior, pag. 60.

Nach Stilling (l. c. pag. 110—135) ist die Commissura posterior ein Vereinigungspunkt von Fasern, welche aus den hinteren Strängen einer Seitenhälfte in die vorderen Stränge der gleichen oder der entgegengesetzten Seitenhälfte übergehen.

Nach Kölliker (l. c.) verbinden sich theils die hinteren Commissurfasern mit den sensiblen Wurzelfasern, theils treten sie in die hintere Hälfte der Seitenstränge ein. Andere Fasern strahlen von dieser Commissur quer in das Grenzgebiet beider Hörner und entziehen sich hier, zum Theil auch erst im Vorderhorne, der weiteren Verfolgung.

Die vorderen Wurzeln der Spinalnerven. Es ist bekannt, dass diese motorischen Wurzeln beiderseits bündelweise in den Sulcus lateralis anterior und die benachbarten Theile der Vorder- und Seitenstränge eintreten, wagrecht die längsverlaufenden Fasern des vorderen weissen Rückenmarksmantels durchsetzen, und an der inneren Grenze der weissen Substanz angelangt sich pinselförmig in der grauen Substanz der Vorderhörner ausbreiten. Hier angelangt, schlagen sie verschiedene Wege ein.

Wegen der eigenthümlichen Anordnung der einzelnen vorderen Wurzelbündel und wegen ihres gegenseitigen Verhältnisses hat das Studium ihres Verlaufes am Querschnitte grosse Schwierigkeiten.

Erst nach Untersuchungen zahlreicher Präparate gewinnt man einige Übersicht über ihr Verhalten, indem das eine Präparat das andere ergänzt.

Die Hals- und Lendenanschwellungen sind dazu die geeignetsten Objecte. Ich konnte die Angaben Schwalbe's[1] bestätigen, dass die vorderen Wurzelbündel ihre Fasern innerhalb der grauen Substanz nach drei verschiedenen Richtungen entsenden: lateralwärts, gerade nach hinten, und medianwärts. Diese Fasern sind von der verschiedensten Dicke.

An meinen Präparaten überzeugte ich mich, dass ein Theil der lateralen vorderen Wurzelfasern in die graue Substanz des Vorderhornes eingetreten, sich zwischen den Nervenzellen verliert, indem er in das hier liegende Geflecht eindringt (*c*).

---

[1] G. Schwalbe. Lehrbuch der Neurologie. Erste Lieferung. Erlangen 1880.

Ein anderer Theil der lateralen vorderen Wurzelfasern geht durch das Vorderhorn, ohne den Verlauf zu unterbrechen und einen schwachen Bogen beschreibend, in den Seitenstrang derselben Seite über, biegt hier rechtwinkelig ab und bildet so Längsfasern des Seitenstranges (*d*).

Ich beobachtete dies an verschiedenen Präparaten, in welchen eine bestimmte Faser auf dem geschilderten Wege in ihrer Continuität verfolgt werden konnte.

Es sei noch erwähnt, dass ich wohl auch andere Fasern aus dem hinteren seitlichen Antheile der grauen Substanz des Vorderhornes in die Seitenstränge derselben Seite eintreten und dort umbiegen sah, ohne dass es mir möglich gewesen wäre, diese Fasern in Zusammenhang mit den vorderen Wurzelfasern zu finden (*e*).

Es wurde oftmals die Frage ventilirt, ob jene wiederholt beobachteten Fasern, die aus dem hinteren seitlichen Antheil der grauen Substanz des Vorderhornes in die Seitenstränge derselben Seite eintreten und dort umbiegen, Fasern sind, die aus den vorderen Wurzeln stammen.

Die meisten der früher citirten Autoren, die sich mit dieser Frage beschäftig haben, sind, da sie einen directen Eintritt der vorderen Wurzelfasern in die Seitenstränge derselben Seite nicht beobachteten, sondern nur Fasern sahen, die aus der hinteren grauen Substanz des Vorderhornes in die Seitenstränge eintreten, der Meinung, dass ein solcher directer Übertritt nicht stattfindet, sondern dass in die Seitenstränge jene Fasern eintreten, welche aus dem Fasergeflecht des entsprechenden Vorderhornes herstammen.

Kölliker hingegen (l. c.) ist der Ansicht, dass ein Theil der motorischen Wurzeln mit der vorderen Hälfte der Seitenstränge derselben Seite zusammenhängt, und Clarke (l. c.) ist der Meinung, dass diese Fasern, nachdem sie in die Seitenstränge eingetreten sind, nach unten umbiegen, um Längsfasern der Stränge zu werden.

Flechsig[1] schliesst sich der Meinung Kölliker's an.

---

[1] Flechsig P. Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen, auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchung dargestellt. Leipzig 1876.

Die medialen Fasern der vorderen Wurzeln habe ich nur bis zum vorderen Antheile des Vorderhornes verfolgen können, wo sie sich der weiteren Beobachtung entziehen (*m. v. W.*).

Es ist mir sehr oft gelungen, einige der medialen vorderen Wurzelfasern bis in die Gegend der vorderen Commissur zu verfolgen, doch sah ich dieselben nie in die Commissur eintreten.

Nach Kölliker (l. c.) erstrecken sich wohl einzelne vordere Wurzelbündel, indem sie die Vorderhörner passiren, bis zu den Seitentheilen der vorderen Commissur und setzen sich unter einem stärkeren oder schwächeren Bogen ununterbrochen in die Fasern derselben fort.

Es wären dies augenscheinlich dieselben Fasern, die ich früher unter β' beschrieben habe.

Es sollen auf diese Weise die Wurzelfasern der rechten Seite in die linken Vorderstränge, die der linken Seite in die rechten Vorderstränge übergehen.

Nach Gerlach (l. c.) treten die medialen Fasern der vorderen Wurzeln sofort in die vordere weisse Commissur ein, wo sie sich mit den gleichen Fasern der anderen Seite kreuzen, um in den Vorderstrang der entgegengesetzten Rückenmarkshälfte weiter nach oben zu verlaufen.

Diese Ansichten wurden von Huguenin[1] und Anderen bestritten.

Was den Zusammenhang der Vorderwurzeln mit Ganglienzellen anbelangt, so habe ich schon erwähnt, dass meine Untersuchungsmethode zur Entscheidung derartiger Fragen ungeeignet war.

Ich verweise also in dieser Beziehung auf die bekannten Arbeiten von Stieda, Laura, Schieferdecker, Pick, Freud und Anderen.

Die hinteren Wurzeln der Spinalnerven. Als Object auch dieser Untersuchungen dienten die Hals- und Lendenanschwellung.

---

1 Huguenin G. Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems. Zürich. 1873.

Wie bekannt, treten die hinteren Wurzelfasern, beiderseits zu Bündeln vereinigt, durch den Sulcus lateralis posterior in das Rückenmark ein.

Man unterscheidet gewöhnlich die lateralen und die medialen hinteren Wurzelfasern.

Nach meinen Beobachtungen treten die lateralen hinteren Wurzelfasern, mehr oder weniger horizontal verlaufend durch die weisse Substanz in die entsprechenden Hinterhörner und nehmen dann, während sie die *Substantia gelatinosa Rolandi* durchsetzen, in einzelne Bündel getheilt verschiedene Wege.

Einige, mehr seitlich gelegene laterale hintere Wurzelfasern ziehen einen schwachen Bogen bildend durch das Hinterhorn durch und treten, beinahe bis an die vordere Grenze desselben gelangt, direct in den Seitenstrang derselben Seite ein, biegen dort um und werden zu längsverlaufenden Seitenstrangfasern *(f)*.

Andere, weniger seitlich gelegene Bündel der lateralen hinteren Wurzelfasern gehen, horizontal verlaufend, gegen das vordere Ende der *Substantia gelatinosa Rolandi* hin.

Ein Theil derselben biegt vor der *Substantia gelatinosa Rolandi* um, was durch entsprechende Quer- und Längsschnitte nachweisbar ist (*g*). Der andere Theil dieser lateralen Faserbündel der hinteren Wurzeln ist weit schwieriger zu verfolgen, denn einige Fasern entziehen sich gleich nach ihrem Eintritt in das Hinterhorn jeder weiteren Beobachtung, indem sie sich zwischen den Nervenzellen des Hinterhornes verlieren (*i*); andere Fasern dieses Bündels war es mir möglich, bis an die hintere Grenze der grauen Substanz des entsprechenden Vorderhornes zu verfolgen, doch nicht weiter (*l*).

Kölliker (l. c.) sagt nur, dass die lateralen hinteren Wurzelfasern zwei Wege verfolgen. Die erste Partie derselben biegt im hintersten Theile der *Substantia grisea* selbst bogenförmig oder nahezu unter einem rechten Winkel um, und verläuft in der Längsrichtung nach auf- oder abwärts. Diese Bündel seien auf Querschnitten unmittelbar vor der *Substantia gelatinosa* als ein Haufen dunkler, rundlicher Flecken leicht zu erkennen. Den weiteren Verlauf dieser, „longitudinalen Bündel der Hinterhörner", konnte dieser Autor nicht ermitteln.

Auch Clarke (l. c.) und Stilling (l. c.) beschreiben diese Fasern.

Der zweite Theil der lateralen Fasermassen der hinteren Wurzeln dringt, nach Kölliker (l. c.), von der *Substantia gelatinosa* im Allgemeinen wagrecht nach vorn in den grauen Abschnitt des Hinterhorns und entzieht sich hier einem guten Theile nach in dem dichten Gewirr feiner nach allen Richtungen ziehender Nervenröhren dem Blicke; immerhin lassen sich, nach diesem Autor, „manche dieser Fasern bis in die Höhe der Spitzen der Hinterhörner, ja selbst in die vordere graue Substanz verfolgen, wo sie zum Theile spurlos sich verlieren, zum Theile, wie ich jetzt Stilling zugebe, in manchen Schnitten, besonders in den Anschwellungen, mit den von den vorderen Wurzeln in die Hinterhörner strahlenden Fasern, wie zu denselben Zügen sich vereinigen, ohne dass jedoch ein unmittelbarer Zusammenhang einzelner Fasern beider Wurzeln mit der nöthigen Bestimmtheit sich beobachten liesse."

Was die medialen hinteren Wurzelfasern anbelangt, kann ich nur bestätigen, was Stilling beschrieb, und was fast allgemein angenommen wird.

Aus meinen Beobachtungen entnahm ich, dass dieselben, nachdem sie durch den Sulcus lateralis posterior eingetreten sind, in dem Gebiete der Hinterstränge ihren Weg weiter fortsetzen, und aufsteigend in denselben verlaufen, um dann horizontal umbiegend nach vorne und aussen in die graue Substanz der Hinterhörner einzutreten. Es ist mir freilich nur einmal geglückt, diesen Verlauf ganz zu beobachten, doch kann das bei der Complicirtheit desselben nicht Wunder nehmen.

Nach Stilling (l. c.) nehmen diese Fasern im Hinterstrange einen schief aufsteigenden Verlauf. Kölliker (l. c.) verfolgte dieselben theils bis zur vorderen Commissur, theils bis zum Vorderhorn.

Übersicht der Resultate der Untersuchung.

Aus dem Gesagten geht also hervor, dass im Allgemeinen die Zahl der wohlgebildeten markhaltigen Nervenfasern der grauen Substanz des menschlichen Rückenmarkes bedeutend grösser sei

als gewöhnlich angenommen wird, und dass da, wo von Vielen eine körnig-faserige Substanz geschildert wird, meistens markhaltige Nervenfasern verschiedener Dicke zu sehen sind.

Ferner wird nach meiner Auseinandersetzung die vordere Commissur aus markhaltigen Fasern verschiedenen Verlaufes gebildet, und zwar: 1. aus solchen, die von dem Vorderstrang der einen Seite in den der anderen Seite übergehen; diese Nervenfasern bringen die Kreuzung der vorderen Commissur zu Stande, und werden zu längsverlaufenden Fasern der Vorderstränge; 2. aus Fasern, die beiderseits parallel zu der inneren Grenze der medialen Theile des Vorderstranges im Vorderhorn verlaufen, sich später in der grauen Substanz desselben fächerförmig ausbreiten und in das complicirte Geflecht zwischen den Nervenzellen eintretend sich der weiteren Beobachtung entziehen; 3. aus Nervenfasern, die in die Septa des entsprechenden Vorderstranges eintreten; 4. aus querverlaufenden Fasern, die sich in dem Fasergewirre des entsprechenden grauen Seitenhorns verlieren.

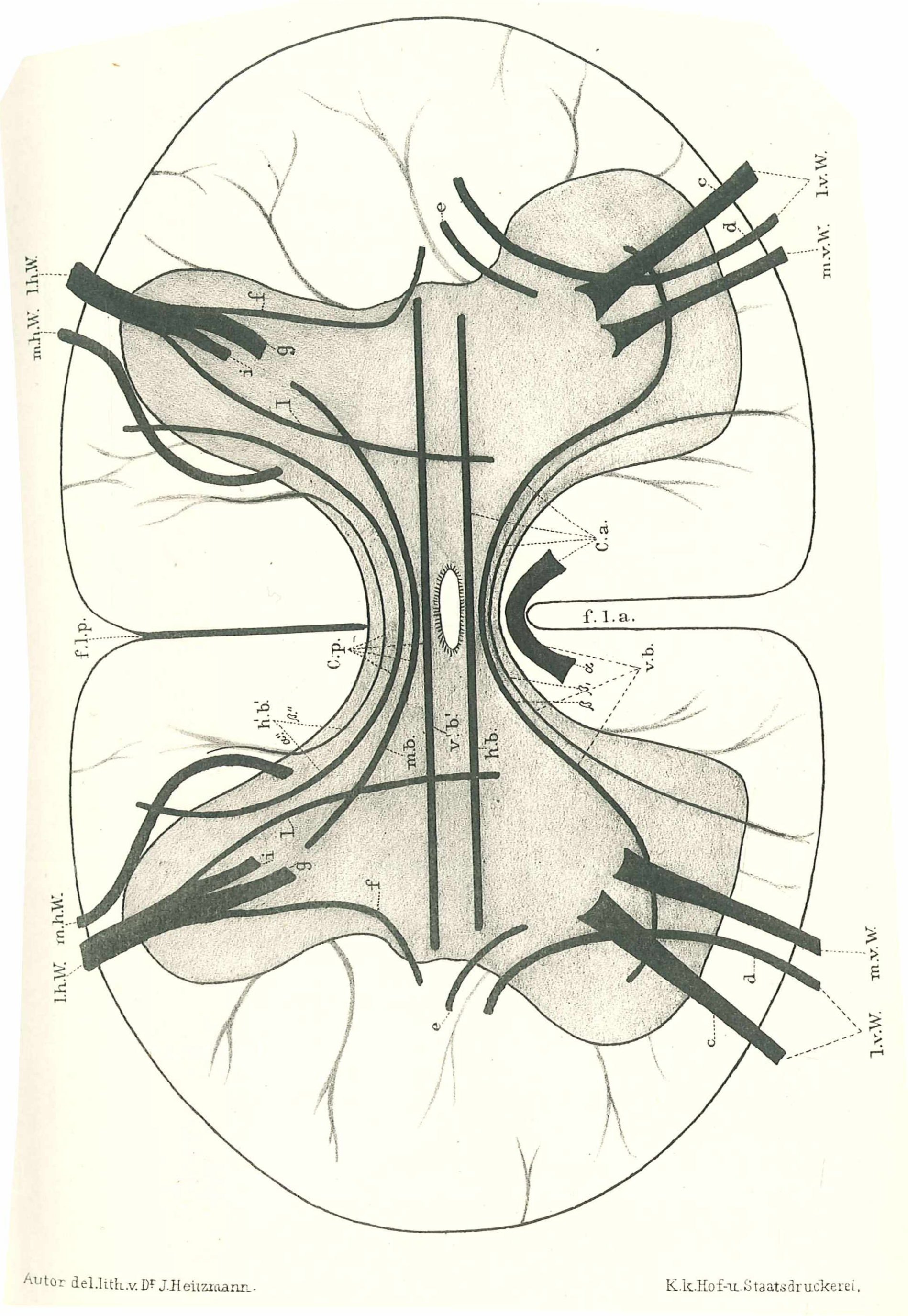
Die hintere graue Commissur besteht: 1. aus Fasern, die, geradlinig verlaufend, durch die graue Substanz der entsprechenden Seitenhörner bis an die innere Grenze der Seitenstränge gelangen; 2. aus Fasern, die mit bogenförmigem Verlauf ihren Weg nach der grauen Substanz der Hinterhörner nehmen, um dort längsverlaufende Fasern derselben zu werden; 3. aus Fasern, die in den Hinterstrang der entsprechenden Seite gelangen; 4. aus Fasern, die in die bindegewebigen Septa der Hinterstränge eintreten.

Was die vorderen Wurzeln der Spinalnerven betrifft, wurde in der vorliegenden Arbeit gezeigt, dass: 1. ein Theil der lateralen vorderen Wurzelfasern in das graue Vorderhorn derselben Seite eintritt, und sich zwischen den Nervenzellen verliert; 2. ein anderer Theil der lateralen vorderen Wurzelfasern direct durch das Vorderhorn derselben Seite in den entsprechenden Seitenstrang übertritt, um zu Längsfasern desselben zu werden; 3. die mittleren Fasern der vorderen Wurzel bis zum vorderen Antheil des entsprechenden Vorderhornes verfolgt werden können.

Von den hinteren Wurzeln der Spinalnerven zeigte ich, dass 1. der seitlichste Antheil der lateralen hinteren Wurzel-

fasern durch das Hinterhorn eintritt, in den hinteren Theil des Seitenstranges derselben Seite einbiegt, um zu längsverlaufenden Seitenstrangfasern zu werden; 2. die weniger seitlich gelegenen Bündel der lateralen hinteren Wurzelfasern horizontal gegen den vorderen Theil der *Substantia gelatinosa Rolandi* hinziehen, und dort angelangt theilweise in die senkrechte Richtung umbiegen; 3. ein anderer Theil dieser Bündel sich gleich nach seinem Eintritt in das Hinterhorn jeder Beobachtung entzieht, indem er sich in dem um die Zellen liegendem Geflecht verliert; 4. andere Fasern dieses Bündels bis an die hintere Grenze der grauen Substanz des entsprechenden Vorderhornes verfolgt werden können.

Lustig Zur Kenntnifs d. Faserverlaufes in menschl. Rückenmarke.



Erklärung der Abbildung.

Es wurde durch diese Abbildung versucht, ganz schematisch und so einfach wie möglich, den im Vorstehenden dargelegten Faserverlauf im menschlichen Rückenmarke wiederzugeben.

Um die Abbildung nicht zu sehr zu compliciren, sind die einzelnen Faserbündel durch Striche von verschiedener Dicke bezeichnet, und zwar so, dass letztere ungefähr der Entwicklung und Mächtigkeit des Bündels in den Präparaten entspricht.

Die Kreuzung der Fasern innerhalb mancher Bündel wurde nicht dargestellt, ebenso die längsverlaufenden Bündel nicht gezeichnet.

f. l. a. = fissura longitudinalis anterior.

f. l. p. = fissura longitudinalis posterior.

Ca = Commissura anterior; *v. b.* = das vord. Faserbündel der Com. ant.; *α.* = ein Theil des vord. Faserbündels (*v. b.*), welcher in den medialen Theil beider Vorderstränge eingeht, um Längsbündel der Vorderstränge zu werden; *β.* = die hint. Fasern des vord. Bündels (*v. b.*), die sich in dem grauen Vorderhorn der entsprechenden Seite fächerförmig ausbreiten; *β'* = Fasern desselben Bündels (*β.*), die in die entsprechenden Septa der Vorderstränge eintreten.

h. b. = Das hint. Faserbündel der Com. ant., welches beiderseits quer und direct bis zur Grenze der entsprechenden Seitenstränge läuft.

C. p. = Commissura posterior.

v'. b'. = Das vord. Bündel der Com. post., welches geradlinig verlaufend in den seitlichen Antheil der grauen Substanz eintritt; *m. b.* = das mittlere Bündel der Com. post., welches in bogenförmigem Verlauf die grauen Hinterhörner erreicht, um zu längsverlaufenden Faserbündeln derselben zu werden; *h'. b'.* = hint. Bündel der Com. post.; *α''* = ein Theil der Fasern desselben Bündels (*h'. b'.*) geht beiderseits direct in den Hinterstrang der entsprechenden Seite über; *β''.* = ein anderer Theil des Bündels *h'. b'.* verliert sich in den bindegewebigen Septis der Hinterstränge.

l. v. W, = Die lateralen vorderen Wurzelfasern, die absichtlich getrennt gezeichnet wurden, um den Verlauf derselben leichter zu demonstriren.

c. = Ein Theil d. lat. vord. Wurzelfas., der in die graue Substanz des Vorderhornes derselben Rückenmarkshälfte eingetreten sich zwischen den Nervenzellen verliert; *d.* = ein anderer Theil der lat. vord. Wurzelfasern geht direct durch das Vorderhorn in den Seitenstrang derselben Seite über und bildet Längsfasern des Seitenstranges.

m. v. W. = Die medialen Fasern d. vord. Wurzeln, die sich zwischen den Nervenzellen der grauen Substanz verlieren.

e. = Markhaltige Nervenfasern, die aus den hinteren seitlichen Antheilen der grauen Substanz des Vorderhornes in die Seitenstränge derselben Seite eintrete

l. h. W. = Die lateralen hinteren Wurzelfasern.

f. = Die mehr seitlich gelegenen lat. hint. Wurzelfasern, die in den hinteren Theil des Seitenstranges derselben Seite eintreten; *g.* = Die weniger seitlich gelegenen Bündel der lat. hint. Wurzelfasern, die vor der *Substantia gelatinosa Rolandi* umbiegen; *i.* = Faserbündel der lat. hint. Wurzelfasern, welches sich zwischen den Nervenzellen verliert; *l.* = Fasern der l. h. W., die bis an die hintere Grenze der grauen Substanz des entsprechenden Vorderhornes verlaufen.

m. h. W. = Die medialen hint. Wurzelfasern, welche aufsteigend in den Hintersträngen verlaufen, um später in der grauen Substanz d. Hinterhörner zu erscheinen.
